

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
высокомолекулярных соединений и коллоидной химии

Шестаков А.С.  
15.06.2018



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.06 Реология дисперсных систем**

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:**  
04.04.01 Химия
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Экспертная химия
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Магистр
- 4. Форма обучения:** Очно-заочная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**  
кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидной химии
- 6. Составители программы:**  
Слепцова Ольга Валентиновна, кандидат химических наук, доцент
- 7. Рекомендована:** научно-методическим советом химического факультета,  
протокол № 5 от 24.05.2018
- 8. Учебный год:** 2019-2020                      **Семестр:** 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель** изучения дисциплины «Реология дисперсных систем» – дать обучающемуся представление о реологии – науке о деформации и течении тел, которая является теоретической основой получения разнообразных материалов с применением дисперсных систем.

**Задачами** дисциплины являются:

- изучение идеальных законов реологии и комбинаций простейших реологических моделей;
- изучение реологических свойств дисперсных систем;
- освоение теоретических основ вязкости дисперсных систем и методов ее определения;
- приобретение навыков использования теоретических положений и методов реологии для решения практических задач исследования структуры и описания структурно-механических свойств дисперсных систем.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Реология дисперсных систем» относится к блоку Б1. Обучающийся для изучения дисциплины должен освоить курсы физики, физической и коллоидной химии, химической технологии.

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ОК–1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать: основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа. Уметь: ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа. Владеть: навыками обобщения, анализа и систематизации информации.
ОПК–3	Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Знать: нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях Уметь: реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях. Владеть: навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях
ПК–3	Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: принципы работы современного химического оборудования. Уметь: выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико- химических величин. Владеть: навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах – 4 / 144.

**Форма промежуточной аттестации**

экзамен.

### 13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)			
	Всего	По семестрам		
		4 сем.	.....	.....
Аудиторные занятия	50	50		
в том числе: лекции	16	16		
практические	34	34		
лабораторные				
Самостоятельная работа	58	58		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – ___ час.)	Экзамен 36	Экзамен 36		
Итого:	144	144		

#### 13.1 Содержание дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Понятие о реологии дисперсных систем. Структуры в дисперсных системах.	Понятия о реологии, течении, деформации, напряжении. Структура дисперсных систем коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные. Фазовые и коагуляционные контакты. Тиксотропия.
1.2	Идеальные законы реологии, комбинации простейших реологических моделей.	Модели механического поведения - упругого, вязкого и пластического. Законы Гука, Ньютона и Кулона. Модели Максвелла, Кельвина, Бингама.
1.3	Реологические свойства дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по реологическим свойствам.	Структурно-механические свойства – вязкость, пластичность, упругость, прочность. Ньютоновские и бингамовские системы, пластические, псевдопластические и дилатантные дисперсные системы. Тиксотропия, реопексия.
1.4	Теоретические основы вязкости дисперсных систем.	Теория Энштейна, уравнения Ванда, Куна, Смолуховского. Вязкость растворов ВМС. Влияние температуры на вязкость.
1.5	Реометрия. Вискозиметрия. Методы определения упругости.	Методы вискозиметрии: капиллярный, падающего шара, ротационный. Законы Пуазейля, Стокса и закон течения жидкости между соосными цилиндрами. Методы определения упругости.
1.6	Микрореология структурированных дисперсных систем	Направления микрореологии, теории течения упруго-вязких ньютоновских и неньютоновских систем.
<b>2. Практические занятия</b>		
2.1	Структурообразование в дисперсных системах	Коагуляционные и конденсационно-кристаллизационные структуры. Типы контактов между частицами в структурированных дисперсных системах.
2.2	Реологический метод исследования дисперсных систем	Принципы моделирования реологических свойств тел.
2.3	Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам	Классификация дисперсных систем по структурно-механическим свойствам
2.4	Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем	Реологические свойства структурированных жидкообразных и твердообразных систем
2.5	Физико-химические явления в процессах деформации и разрушения твердых тел	Эффект Ребиндера. Теория Гриффитса,

### 13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Понятие о реологии дисперсных систем. Структуры в дисперсных системах.	2	6		10	18
2	Идеальные законы реологии, комбинации простейших реологических моделей.	4	6		10	20
3	Реологические свойства дисперсных систем. Классификация дисперсных систем по реологическим свойствам.	4	6		10	20
4	Теоретические основы вязкости дисперсных систем	2	6		10	18
5	Реометрия. Вискозиметрия. Методы определения упругости.	2	6		10	18
6	Микрореология структурированных дисперсных систем.	2	4		8	14
	Итого:	16	34		58	108

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** (рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Щукин Е.Д. Коллоидная химия : учебник для академического бакалавриата / Е.Д.Щукин, А.В.Перцов, Е.А.Амелина. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 443 с.
2	Кирсанов Е.А. Неньютоновское поведение структурированных систем / Е.А. Кирсанов, В.Н. Матвеевко. – Москва : Техносфера, 2017. – 383 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Фридрихсберг, Д.А. Курс коллоидной химии / Д.А. Фридрихсберг.— СПб. [и др.]: Лань, 2010.— 410 с.
4	Гельфман, М.И. Коллоидная химия / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов.— СПб. [и др.]: Лань, 2010.— 332 с.
5	Зимон А.Д. Коллоидная химия (в том числе наночастиц) / А.Д. Зимон. — М.: АГАР, 2007.— 343 с.
6	Шрамм Г. Основы практической реологии и реометрии / Г. Шрамм.— М.: КолосС, 2003. — 311 с.
7	Прокофьев В.Ю. Основы физико-химической механики экструдированных катализаторов и сорбентов / В.Ю. Прокофьев, П.Б. Разговоров, А.П. Ильин.— Москва: КРАСАНД, 2013.— 314 с.

8	Гноевой А.В. Основы теории течений бингамовских сред / А.В. Гноевой, Д.М. Климов, В.М. Чесноков.— М.: Физматлит, 2004.— 272 с.
---	--

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет):

№ п/п	Источник
9	Зональная научная библиотека ВГУ. <a href="https://www.lib.vsu.ru">https://www.lib.vsu.ru</a>
10	ХиМиК. Сайт о химии. <a href="http://www.xumuk.ru">http://www.xumuk.ru</a>
11	Википедия. Свободная энциклопедия. <a href="https://ru.wikipedia.org">https://ru.wikipedia.org</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)**

**17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

(при использовании лабораторного оборудования указывать полный перечень, при большом количестве оборудования можно вынести данный раздел в приложение к рабочей программе)

Оборудование:

1. Ноутбук
2. Проектор
3. Экран

**19. Фонд оценочных средств:**

**19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знать: основные понятия и законы химии, формы и методы научного познания, области применения инструментальных методов анализа. Уметь: ставить цели и задачи исследования; выбирать и использовать методы анализа; формулировать выводы по полученным результатам анализа. Владеть: навыками обобщения, анализа и систематизации информации.	Разделы 1.1–1.6	Практическое задание
Способность реализовать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях	Знать: нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях Уметь: реализовывать нормы техники безопасности в лабораторных и технологических условиях. Владеть: навыками реализации норм и правил техники безопасности в лабораторных условиях	Разделы 1.1–1.6	Практическое задание

Готовность использовать современную аппаратуру при проведении научных исследований	Знать: принципы работы современного химического оборудования. Уметь: выполнять градуировку приборов и проводить практические измерения физико-химических величин. Владеть: навыками работы на оборудовании в различных заданных условиях эксперимента, получать зависимости различного характера для исследуемых экспериментально процессов.	Разделы 1.1–1.6	Практическое задание
Промежуточная аттестация			КИМ

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене и зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание базовой терминологии, относящейся к реологии дисперсных систем.
- 2) знание реологического метода для идеализированного описания механического поведения дисперсных систем и умение моделировать механическое поведение материалов с помощью простейших реологических моделей и их комбинаций;
- 3) владение реологическим методом для идеализированного описания механического поведения дисперсных систем.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продемонстрировано всестороннее и глубокое знание теоретических основ законов реологии дисперсных систем.	Повышенный уровень	Отлично
Обучающийся владеет теоретическими основами реологии дисперсных систем, дает обоснованный и аргументированный ответ на поставленные вопросы. Содержатся не принципиальных ошибки и неточности, которые должны быть исправлены в соответствии с замечаниями и вопросами экзаменатора.	Базовый уровень	Хорошо
Обучающийся владеет частично теоретическими основами реологии дисперсных систем, демонстрирует частичные знания основ структурообразования в дисперсных системах и способов управления структурно-механическими свойствами.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует перечисленным показателям. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки. Допущенные ошибки в изложении материала не в состоянии исправить в соответствии с замечаниями и наводящими вопросами преподавателя.	–	Неудовлетворительно

### **19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:**

1. Представления о физико-химической механике.
2. Дисперсные системы. Избыточная поверхностная энергия. Понятие об адсорбции.
3. Классификация дисперсных систем.
4. Устойчивость дисперсных систем. Теория ДЛФО.
5. Дисперсные системы связнодисперсные и свободнодисперсные. Виды контактов между частицами. Структуры в дисперсных системах. Понятие о тиксотропии.
6. Основные понятия реологии, аксиомы реологии.
7. Идеальные законы реологии Гука, Ньютона, Сен-Венана – Кулона.
8. Сложные реологические модели Максвелла, Кельвина, Бингама.
9. Классификация систем по реологическим свойствам. Реологические кривые жидкообразных и твердообразных тел.
10. Основы теории вязкости Эйнштейна. Уравнения Эйнштейна, Ванда, Куна, Смолуховского.
11. Вязкость растворов ВМС. Уравнения Штаудингера и Марка-Куна-Хаувинка.
12. Реометрия. Методы вискозиметрии. Законы Пуазейля и Стокса.

### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса и тестирования. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.